



PCT/FR 00 / 03680

22 JAN. 2001

GJU

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

REC' 22 MAR 2001

WIPO

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 04 JAN 2001

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

BEST AVAILABLE COPY

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1 a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30
<http://www.inpi.fr>

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI


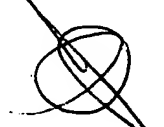


26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

| | | | |
|--|----------------------|---|------|
| REMISE DES PIÈCES DATE 27 DEC 1999 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 9916525 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 27 DEC 1999 | | 1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Département PI Bernard LAMOUREUX 30 avenue Kléber 75116 PARIS | |
| Vos références pour ce dossier (facultatif) 102307/LA/SND/TPM | | | |
| Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie | | | |
| 2 NATURE DE LA DEMANDE | | Cochez l'une des 4 cases suivantes | |
| Demande de brevet | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Demande de certificat d'utilité | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande divisionnaire | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande de brevet initiale | | N° | Date |
| ou demande de certificat d'utilité initiale | | N° | Date |
| Transformation d'une demande de brevet européen | | <input type="checkbox"/> | Date |
| Demande de brevet initiale | | N° | Date |
| 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) MODULATION DE PHASE ALTERNÉE POUR DES TRANSMISSIONS RZ OPTIQUES NON-SOLITONS | | | |
| 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE | | Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| 5 DEMANDEUR | | <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| Nom ou dénomination sociale | | ALCATEL | |
| Prénoms | | | |
| Forme juridique | | Société Anonyme | |
| N° SIREN | | 5 4 2 0 1 9 0 9 6 | |
| Code APE-NAF | | | |
| Adresse | Rue | 54, rue La Boétie | |
| | Code postal et ville | 75008 PARIS | |
| Pays | | FRANCE | |
| Nationalité | | Française | |
| N° de téléphone (facultatif) | | | |
| N° de télécopie (facultatif) | | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |

| | | | |
|---|----------------------|---|-------|
| REMISE DES PIÈCES DATE 27 DEC 1999 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 9916525 | | Réservé à l'INPI | |
| Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i> | | 102307/LA/SND/TPM | |
| 6 MANDATAIRE Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel | | LAMOUREUX Bernard Compagnie Financière Alcatel PG 8182 | |
| Adresse | Rue | 30 Avenue Kléber | |
| | Code postal et ville | 75116 | PARIS |
| N° de téléphone <i>(facultatif)</i> | | | |
| N° de télécopie <i>(facultatif)</i> | | | |
| Adresse électronique <i>(facultatif)</i> | | | |
| 7 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs | | <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée | |
| 8 RAPPORT DE RECHERCHE | | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) | |
| Établissement immédiat ou établissement différé | | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Paiement échelonné de la redevance | | Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non | |
| 9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES | | Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) : | |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes | | | |
| 10 SIGNATURE DU DEMANDEUR XX DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) | | Bernard LAMOUREUX / LC 40 B  | |
| | | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  | |



BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DE 1137/26.000

| | | | |
|---|----------------------|---|--|
| Vos références pour ce dossier (facultatif) | | 102307/LA/SND/TPM | |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL | | 9916525 | |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) | | | |
| MODULATION DE PHASE ALTERNÉE POUR DES TRANSMISSIONS RZ OPTIQUES NON-SOLITONS | | | |
| LE(S) DEMANDEUR(S) : | | | |
| Société anonyme ALCATEL | | | |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages). | | | |
| Nom | | MARCEROU | |
| Prénoms | | Jean-François | |
| Adresse | Rue | 36, rue Didot St Leger | |
| | Code postal et ville | 91100 CORBEIL-ESSONNES, FRANCE | |
| Société d'appartenance (facultatif) | | | |
| Nom | | CHESNOY | |
| Prénoms | | José | |
| Adresse | Rue | 22, rue Emile Dubois | |
| | Code postal et ville | 75014 PARIS, FRANCE | |
| Société d'appartenance (facultatif) | | | |
| Nom | | | |
| Prénoms | | | |
| Adresse | Rue | | |
| | Code postal et ville | | |
| Société d'appartenance (facultatif) | | | |
| DATE ET SIGNATURE(S) XX DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) | | 27 décembre 1999 Bernard LAMOUREUX  | |

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

MODULATION DE PHASE ALTERNEE POUR DES TRANSMISSIONS RZ OPTIQUES NON-SOLITONS

5 L'invention concerne les systèmes de transmission par fibre optique, et plus précisément les systèmes de transmission utilisant des signaux RZ non solitons.

De façon largement connue en soi, pour des valeurs binaires, on appelle transmission RZ les régimes de transmission dans lesquels les "1" sont codés par des impulsions présentant une amplitude nulle au début et à la fin du temps bit. On distingue habituellement parmi des transmissions RZ les régimes de transmission par signaux solitons des autres régimes de transmission. Les impulsions solitons ou solitons sont des impulsions RZ de largeur temporelle faible par rapport au temps bit, qui présentent une relation déterminée entre la puissance, la largeur spectrale et la largeur temporelle, et qui de ce fait se propagent généralement dans la partie à dispersion dite anormale d'une fibre optique. L'évolution de l'enveloppe d'une telle impulsion soliton dans une fibre monomode peut être modélisée par l'équation de Schrödinger non linéaire; la propagation repose sur un équilibre entre la dispersion anormale de la fibre et sa non-linéarité.

10 15

Des solitons voisins interagissent de façon non-linéaire, comme décrit par F. M. Mitschke et L. F. Mollenauer, Optics Letters, vol. 12 no 5 pages 355-357. Cette interaction se traduit par une attraction entre des solitons voisins, en l'absence de modulation, i. e. pour des solitons en phase. Elle se traduit par une répulsion entre des solitons voisins en opposition de phase. N. J. Smith et al., Optics Letters vol. 19 no 1, pages 16-18 présente cette interaction comme une des contraintes majeures dans la conception de systèmes de communication à fibres optiques par solitons.

20 25

FR-A-2 754 963 (référence interne 100229) propose d'exploiter cette interaction non-linéaire entre solitons voisins, pour transmettre une horloge. Ce document propose de transmettre une suite ininterrompue de solitons, d'une largeur comprise entre 0,20 et 0,33 % du temps bit. La borne inférieure de cette plage assure que l'interaction entre un soliton et ses deux voisins compense les effets de la gigue de Gordon-Haus, tandis que la borne supérieure assure que les impulsions transmises se comportent comme des solitons. Dans ce document, il est proposé de

30

transmettre des solitons en phase, ou des solitons avec des phases alternées, pour exploiter l'attraction ou la répulsion entre deux solitons voisins.

- D. Le Guen et autres, Narrow band 1.02 Tbit/s (51x20 Gbit/s) soliton DWDM transmission over 1000 km of standard fiber with 100 km amplifier spans, OFC'99, PD4, décrit une expérience de transmission de signaux solitons gérés en dispersion, dans laquelle les signaux sont multiplexés en temps et en polarisation
-

- Il a par ailleurs été proposé d'utiliser une modulation duobinaire pour des transmissions en régime NRZ. S. Walklin et J. Conradi, On the relationship between chromatic dispersion and transmitter filter response in duobinary optical communication systems, IEEE Photonics Technology Letters, vol. 9 no. 7 (1997), pp. 1005-107 discute des contraintes de bandes passantes dans de tels systèmes. Il est mentionné dans cet article différents types de modulation duobinaires. Une modulation possible est générée en appliquant un signal électrique à trois états à l'entrée RF d'un modulateur Mach-Zender polarisé à l'extinction maximale, c'est-à-dire à $V\pi$. Il en résulte un signal optique binaire modulé en intensité, avec un déphasage de π entre les deux états d'intensité non nulle. Un tel signal duobinaire parfait ne résiste pas à la dispersion, comme indiqué dans D. Penninckx et autres, Effect of electrical filtering of duobinary signals on the chromatic dispersion transmission limitations, ECOC'98, pp. 537-538.

- 20 L'invention a pour objet le problème des limitations induites dans les systèmes de transmission RZ par les interactions entre les impulsions. Elle propose une solution simple pour limiter l'effet des interactions. L'invention s'applique aux signaux RZ, et plus spécifiquement aux signaux RZ non-solitons.

- Plus spécifiquement, l'invention propose un train d'impulsions RZ non-solitons, dans lequel la différence de phase entre la fin d'une impulsion et le début de l'impulsion suivante est comprise entre $2\pi/3$ et $4\pi/3$.

Dans un mode de réalisation, chaque impulsion présente une phase constante.

- Dans un autre mode de réalisation, la phase varie entre le début d'une impulsion et la fin de l'impulsion. Dans ce cas, la variation de phase dans une impulsion peut être sinusoïdale ou carrée.

De préférence, le train est modulé.

L'invention concerne aussi un procédé de transmission d'un tel train d'impulsions à phases constantes, comprenant l'émission d'impulsions, et l'inversion de la phase d'une impulsion à chaque nouvelle impulsion.

Elle concerne encore un procédé de transmission d'un tel train d'impulsions
 5 à phase modulée dans une impulsion, comprenant l'émission d'impulsion et l'application d'une modulation de phase sur chaque impulsion.

L'invention propose aussi un train d'impulsions RZ non-solitons, dans lequel la différence de phase entre la fin d'une impulsion et le début d'une l'impulsion immédiatement suivante est comprise entre $2\pi/3$ et $4\pi/3$.

10 Dans un mode de réalisation, chaque impulsion présente une phase constante. Dans ce cas, il est avantageux que la différence entre la phase d'une impulsion d'ordre pair et la phase d'une impulsion d'ordre impair soit comprise entre $2\pi/3$ et $4\pi/3$.

L'invention concerne enfin un procédé de transmission d'un tel train
 15 d'impulsions, comprenant l'émission d'un train d'impulsions à fréquence moitié avec une première phase, l'émission d'un train d'impulsion à fréquence moitié avec une deuxième phase, et l'entrelacement des deux trains à fréquence moitié.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, données à titre
 20 d'exemple uniquement.

L'invention propose, pour diminuer les effets des interactions linéaires et non-linéaires entre les impulsions RZ non-solitons, d'inverser la phase entre la fin d'une impulsion et le début de l'impulsion suivante.

Dans la suite de la description, l'invention est décrite dans divers modes de
 25 réalisation, dans le cas préféré où la différence de phase entre la fin d'une impulsion et l'impulsion suivante est de π . Cette valeur permet de diminuer autant que possible l'interaction entre des impulsions voisines. L'invention n'est toutefois pas limitée à cette valeur, et s'applique lorsque la différence de phase est comprise entre $2\pi/3$ et $4\pi/3$.

Dans un premier mode de réalisation, l'inversion de la phase entre la fin
 30 d'une impulsion et l'impulsion suivante est obtenue en appliquant à chaque impulsion RZ une phase qui est inverse de la phase de l'impulsion précédente. Ce mode de réalisation peut par exemple être mis en œuvre dans à l'émission à l'aide des

dispositifs connus pour la modulation duobinaire, tel le modulateur Mach-Zender polarisé à l'extinction maximale décrit dans l'article de Walklin mentionné plus haut. Dans un tel cas, le signal électrique à trois états peut être obtenu à partir de la séquence de bits à envoyer en inversant le signe d'un "1" sur deux; dans ce cas,

5 l'inversion de phase entre des impulsions n'est pas un simple multiplexage temporel

~~de la phase, car elle ne dépend pas de la position temporelle des impulsions, mais~~
 simplement de la séquence des impulsions reçues. Autrement dit, la phase d'une impulsion ne dépend pas de l'instant auquel elle est émise – par exemple de la parité ou non de la fenêtre temporelle – mais de la phase de l'impulsion précédente.

10 Dans un deuxième mode de réalisation, chaque impulsion est modulée en phase, de sorte à ce que la phase du début de l'impulsion soit inverse de la phase à la fin de l'impulsion. Cette modulation de phase de chaque impulsion peut être une modulation de phase sinusoïdale, ou encore une modulation de phase avec un signal carré. Dans le premier cas, la phase varie continûment entre des valeurs
 15 distinctes de π ; dans le deuxième cas, la phase varie brutalement, de préférence au voisinage du milieu de l'impulsion. Dans ce mode de réalisation aussi, l'inversion de phase n'est pas un simple multiplexage en phase.

Dans un troisième mode de réalisation, on génère les signaux RZ à partir de deux trains d'impulsions qui sont entrelacés. Les impulsions du premier train
 20 présentent une phase identique qui est inverse de la phase commune des impulsions du deuxième train. Ce troisième mode de réalisation assure une inversion de la phase entre deux impulsions qui se suivent immédiatement, mais pas nécessairement entre deux impulsions séparées par un zéro. De ce point de vue, le troisième mode de réalisation est moins avantageux que le premier et le second modes de
 25 réalisation; on notera toutefois que l'interaction non-linéaire entre les impulsions est aussi fonction de la distance temporelle entre les impulsions. De ce point de vue, l'interaction entre deux impulsions séparées par un zéro est moins gênante en transmission que l'interaction entre deux impulsions immédiatement voisines, c'est-à-dire dans des fenêtres temporelles adjacentes.

30 Dans un quatrième mode de réalisation, l'inversion de la phase entre la fin d'une impulsion et l'impulsion suivante est obtenue comme dans le premier mode de réalisation; toutefois, le signal électrique à trois états est obtenu à partir de la séquence de bits à envoyer en inversant le signe des "1" en fonction de leur position

dans la séquence de bits; dans ce cas, comme dans le troisième mode de réalisation, un "1" présente une phase qui est fonction non pas de la phase du "1" précédent, mais sa position temporelle.

- L'invention, dans tous les modes de réalisation, permet de réduire les
- 5 interactions linéaires ou non-linéaires entre les impulsions RZ; pour ce qui est des ~~interactions linéaires, c'est-à-dire des interactions entre les impulsions voisines du fait~~
-
- de la dispersion, l'invention assure que les interférences entre deux impulsions voisines sont destructrices. Corrélativement, l'invention permet dans un système de transmission d'augmenter la distance de transmission, ou à distance égale
- 10 d'améliorer les caractéristiques du système de transmission. L'invention est particulièrement avantageuse dans le cas de systèmes de transmission sur grandes distances, typiquement au-delà de 3 ou 4 Mm, comme les systèmes de transmission sous-marins. De fait, les distances de propagation dans de tels systèmes sont favorisent l'accumulation des effets linéaires et non-linéaires, et notamment des
- 15 interactions entre impulsions voisines.

- Dans la description qui précède, on a décrit l'invention pour des impulsions RZ non-solitons. On entend par signaux optiques non-solitons, des signaux présentant une ou plusieurs des caractéristiques suivantes: largeur temporelle (FWHM) importante par rapport au temps bit, i.e. supérieure à environ 30 à 40% de
- 20 celui-ci; absence de relation déterminée entre la puissance, la largeur spectrale et la largeur temporelle (en fait la puissance pour les impulsions non-solitons est inférieure à la puissance donnée par la relation de propagation "soliton"); pas d'équilibre entre la dispersion et la non-linéarité au cours de la propagation.

- L'invention diffère de la solution proposée dans FR-A-2 754 963 en ce que
- 25 les impulsions ne sont pas des impulsions solitons; l'inversion de phase selon l'invention fait diminuer les interactions entre les impulsions voisines; en outre, l'invention ne s'applique pas à une horloge – un train de bits à "1" – mais à des signaux modulés. Un autre effet de l'invention est d'assurer que d'éventuelles interférences entre des impulsions voisines sont destructrices, ce qui évite le groupage
- 30 éventuel d'impulsions à la réception.

REVENDECATIONS

1. Un train d'impulsions RZ non-solitons, caractérisé en ce que la différence de phase entre la fin d'une impulsion et le début de l'impulsion suivante est comprise entre $2\pi/3$ et $4\pi/3$.

2. Le train de la revendication 1, caractérisé en ce que chaque impulsion présente une phase constante.
3. Le train de la revendication 1, caractérisé en ce que la phase varie entre le début d'une impulsion et la fin de l'impulsion.
- 10 4. Le train de la revendication 3, caractérisé en ce que la variation de phase dans une impulsion est sinusoïdale.
5. Le train de la revendication 4, caractérisé en ce que la variation de phase dans une impulsion est carrée.
6. Le train de l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est modulé.
- 15 7. Un train d'impulsions RZ non-solitons, caractérisé en ce que la différence de phase entre la fin d'une impulsion et le début d'une l'impulsion immédiatement suivante est comprise entre $2\pi/3$ et $4\pi/3$.
8. Le train de la revendication 7, caractérisé en ce que chaque impulsion présente une phase constante.
- 20 9. Le train de la revendication 8, caractérisé en ce que la différence entre la phase d'une impulsion d'ordre pair et la phase d'une impulsion d'ordre impair est comprise entre $2\pi/3$ et $4\pi/3$.

10. Un procédé de transmission d'un train d'impulsions selon la revendication 2, comprenant l'émission d'impulsions, et l'inversion de la phase d'une impulsion à chaque nouvelle impulsion.
11. Un procédé de transmission d'un train d'impulsions selon la revendication 3, 4 ou 5, comprenant l'émission d'impulsion et l'application d'une modulation de phase sur chaque impulsion.
-
12. Un procédé de transmission d'un train d'impulsions selon la revendication 7, 8 ou 9, comprenant l'émission d'un train d'impulsions à fréquence moitié avec une première phase, l'émission d'un train d'impulsion à fréquence moitié avec une deuxième phase, et l'entrelacement des deux trains à fréquence moitié.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USP10)